



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی کرمان

دانشکده بهداشت

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط

عنوان

بررسی و مقایسه فرایندهای تصفیه به روش انعقاد شیمیایی و الکتریکی در کاهش بار آلی
فاضلاب کارخانه قند (مطالعه موردی کارخانه قند جویین)

توسط

رمضانعلی جبلة

استاد راهنما

دکتر محسن مهدی پور

استاد مشاور

دکتر هادی محمودی مقدم

دکتر مجید هاشمی

سال تحصیلی: پاییز ۱۳۹۹

شماره پایان نامه: ۱۰/۲۹/۷۲۵



Kerman University Of Medical Sciences

Faculty of Health

In Partial Fulfillment of Requirements for the MSc Degree

Title

Investigation and comparison of treatment processes by chemical and electrical coagulation in reducing the organic load of wastewater of sugar factory (Case study of sugar factory of Joven city)

By

RamezanAli Jabaleh

Supervisor

Dr. Mohsen Mahdipoor

Advisor

Dr. Majid Hashemi

Dr. Hadi Mahmoudi Moghadam

Thesis No : 725/29/10

Date : September, 2020

چکیده

مقدمه و اهداف: صنعت قند از قدیمی‌ترین و در عین حال از پرمصرف‌ترین صنایع در مصرف آب می‌باشد. باتوجه به محدود بودن منابع و ذخایر آب در کشورمان و با توجه به خشکسالی‌های پیاپی، پژوهش در جهت ارائه راهکارهایی برای کاهش مصرف آب، استفاده مجدد و کم کردن حجم فاضلاب تولیدی صنایع قند از اهمیت خاصی برخوردار است. از این رو در این مطالعه تصفیه‌پذیری پساب کارخانه قند با استفاده از دو روش الکتروشیمیایی و انعقاد شیمیایی مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها: در این مطالعه آزمایشگاهی از میزان درصد حذف اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) و TDS، کدورت، فسفات و نیتрат به عنوان شاخص کارایی روش‌های تصفیه استفاده گردید. به منظور بررسی تاثیر فرآیند الکتروشیمیایی پارامترهای مختلف زمان ماند (۴۰، ۳۰، ۲۰، ۱۰ دقیقه) و pH (۹، ۷، ۵)، ولتاژ (۱۰، ۲۰، ۳۰) و نوع الکترود (Fe-Fe و Al-Al) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از فرآیند انعقاد با منعقد کننده کلوروفریک و آلوم به منظور تصفیه فاضلاب استفاده شد. با تغییر پارامترهای مهم موثر در این سیستم، چون میزان دوز منعقد کننده (۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) و pH (۹، ۷، ۵)، راندمان حذف پارامترهای کیفی (COD)، کل جامدات محلول (TDS)، فسفات و نیترات محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج بدست آمده از فرآیند الکتروشیمیایی نشان داد که راندمان حذف با زمان ماند و ولتاژ رابطه مستقیم داشت. به طوری که حالت بهینه با الکترود آهن، زمان ماند ۳۰ دقیقه، ولتاژ ۳۰ ولت به دست آمد. بیشترین راندمان حذف برای COD، TDS، کدورت، فسفات و نیترات به ترتیب در این حالت ۹۸/۳، ۸۷/۸۶، ۹۴/۲۱، ۹۶/۲۶، ۹۴/۴۵ درصد به دست آمد. نتایج فرآیند انعقاد شیمیایی فاضلاب توسط کلوروفریک بهترین راندمان را نشان داد به طوری که در شرایط بهینه pH=۷ دوز منعقد کننده = ۵۰ میلی گرم بر لیتر، زمان واکنش = ۳۰ دقیقه، راندمان حذف COD، TDS، کدورت، فسفات و نیترات به ترتیب ۹۳/۱۷، ۸۳/۲۴، ۹۸/۸۶، ۸۹/۲۶، ۸۴/۷۵ درصد به دست آمد.

بحث و نتیجه گیری: نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که هر دو فرآیند انعقاد شیمیایی و الکتروشیمیایی قادر به کاهش پارامترهای کیفی فاضلاب صنعت قند به حد استاندارد تخلیه پساب می‌باشند. با توجه به سهولت دسترسی، راهبری آسان و راندمان بالای ۹۰ درصد فرآیند الکتروشیمیایی برای تمام شاخص‌ها، این فرآیند به عنوان روش موثر برای تصفیه فاضلاب صنعت قند پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: الکتروشیمیایی، انعقاد شیمیایی، فاضلاب صنعتی

Abstract

Background and Objectives: The sugar industry is one of the oldest and at the same time, the most widely used industries in water consumption. Due to the limited resources and water reserves in our country and due to successive droughts, research on this issue has particular importance to provide solutions to reduce water consumption, reuse and reduce the volume of wastewater produced by the sugar industry. Therefore, in this study, wastewater treatment of sugar factory was investigated using two methods of electrochemical and chemical coagulation.

Methods: In this experimental study, the removal percentage of chemical oxygen demand (COD) and total dissolved suspended (TDS), turbidity, phosphate, and nitrate were used as an indicator of the efficiency of treatment methods. Different parameters such as time (40, 30, 20, 10 minutes) and pH (9, 7, 5), voltage (10, 20, 30), and electrode type (Fe-Fe and Al-Al) to were used to investigate the effect of the electrochemical process. Also, the coagulation process was performed with chloride ferric and aluminum coagulants for wastewater treatment. By changing the important effective parameters in this system, such as coagulation dose (0.2, 0.1, 0.05 g), and pH (9, 7, 5), the removal efficiency of qualitative parameters of COD, TDS, phosphate, and nitrate were calculated.

Results: The results of the electrochemical process showed that the elimination efficiency was directly related to the sort of electrode, retention time, and voltage. So that the optimal condition was achieved using the iron electrode, the retention time of 30 minutes, and the voltage of 30 volts. The highest elimination efficiency for COD, TDS, turbidity, phosphate, and nitrate was obtained 98.3, 87.86, 94.21, 96.26, 94.45% respectively. The results of the chemical coagulation process for the wastewater treatment by ferric chloride showed the best efficiency so that under optimal conditions

pH=7 coagulation dose=0.05 g, reaction time= 30 minutes, elimination efficiency of COD, TDS, turbidity, phosphate, and nitrate were obtained 93.17, 83.24, 89.86, 89.26, 84.75 %.

Conclusion: The results of this study showed that both chemical coagulation and electrochemical processes are able to reduce the quality parameters of the sugar industry to the standard of effluent discharge. Due to the ease of access, easy navigation, and efficiency of over 90% of the electrochemical process for all indicators, this process is recommended as an effective method for wastewater treatment of the sugar industry.

Keywords: Electrochemical, Chemical coagulation, Sugar wastewater

فهرست

فصل اول: مقدمه و هدف

- ۱-۱ مقدمه ۲
- ۱-۲ ضرورت انتخاب موضوع..... ۵
- ۱-۳ اهداف تحقیق ۶
 - ۱-۳-۱ هدف کلی ۶
 - ۱-۳-۲ اهداف جزئی ۶
 - ۱-۳-۳ فرضیه پژوهش ۷

فصل دوم: بررسی متون

- ۲-۱ کارخانه قند ۱۰
- ۲-۲ روش های تصفیه فاضلاب کارخانه قند و شکر..... ۱۲
 - ۲-۲-۱ مواد زائد جامد تولیدی در کارخانه قند و شکر: ۱۲
 - ۲-۲-۲ برخی از مواد منعقدکننده : ۱۳
 - ۲-۲-۳ تصفیه شیمیایی فاضلاب..... ۱۴
- ۲-۳ تولید شکر از چغندر قند ۱۴
 - ۲-۳-۱ مراحل مقدماتی و عیار سنجی ۱۴
 - ۲-۳-۲ آزمایش عیارسنجی ۱۶
 - ۲-۳-۳ چغندر به دلایل زیر خال می شود ۱۷
- ۲-۵ عوامل مؤثر در انعقاد ۲۷
 - ۲-۵-۱ کمک منعقد کننده ها..... ۲۸
 - ۲-۶ واحدهای تصفیه در بهینه سازی فرآیند انعقاد ۲۸
 - ۲-۶-۱ ته نشینی ۲۹
 - ۲-۶-۲ صاف سازی..... ۲۹
 - ۲-۷ اثرات ثانویه ی انعقاد پیشرفته ۳۰

۳۱	۲-۸ تصفیه و ضدعفونی آب و فاضلاب
۳۳	۲-۹ تصفیه فاضلاب
۳۴	۲-۱۰ فاضلاب صنعتی
۳۵	۲-۱۱ فاضلاب‌های کشاورزی
۳۵	۲-۱۲ فاضلاب‌های شهری
۳۵	۲-۱۳ منابع تولید فاضلاب در صنایع قند
۳۶	۲-۱۴ استفاده از مواد شیمیایی برای تأثیر روی مواد خارجی نامحلول در فاضلاب
۳۷	۲-۱۵ گندزدایی
۳۷	۲-۱۶ سالم‌سازی و مصرف دوباره‌ی فاضلاب تهیه شده
۳۸	۲-۱۷ جمع‌آوری لجن و پردازش آن
۴۳	۲-۱۶ روش‌های الکتروشیمی در تصفیه‌ی پساب‌ها
۴۴	۲-۱۷ الکترواکسیداسیون
۴۷	۲-۱۸ الکترولیز مستقیم و غیرمستقیم
۴۸	۲-۱۹ مکانیسم‌های اصلی الکترولیز برای تصفیه‌ی پیشرفته
۴۹	۲-۲۰ الکتروکواگولاسیون (EC)
۵۳	۲-۲۱ الکتروفلوکولاسیون
۵۷	۲-۲۲ مطالعات داخل کشور
۵۹	۲-۲۳ مطالعات خارج از کشور

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۶۲	۳-۱ تهیه نمونه فاضلاب
۶۲	۳-۲ روش کواگولاسیون
۶۳	۳-۳ روش الکتروکواگولاسیون
۶۴	۳-۴ تجهیزات و مواد مورد نیاز
۶۴	۳-۵ ظروف و وسایل آزمایشگاهی

۳-۶	تجهیزات لازم برای آنالیز نمونه‌ها.....	۶۵
۳-۷	آنالیز نمونه‌ها.....	۶۷
۳-۷-۱	تعیین مقدار یون‌ها در نمونه با استفاده از هدایت الکتریکی (EC):	۶۷
۳-۷-۱-۱	روش کار.....	۶۷
۳-۷-۲	تعیین مقدار مواد معلق نمونه با اندازه‌گیری کدورت:	۶۷
۳-۷-۳	تعیین کل ذرات جامد محلول (TDS):	۶۸
۳-۷-۳-۱	روش کار.....	۶۹
۳-۷-۳-۲	اندازه‌گیری pH.....	۶۹
۳-۷-۳-۳	روش کار.....	۶۹
۳-۷-۴	اندازه‌گیری COD.....	۷۰
۳-۷-۴-۱	ویال بکار رفته در اندازه‌گیری COD.....	۷۰
۳-۷-۴-۲	روش کار.....	۷۰
۳-۷-۵	اندازه‌گیری فسفات به روش اسپکتروفتومتر (U.V).....	۷۱
۳-۷-۶	اندازه‌گیری نیترات به روش اسپکتروفتومتری.....	۷۱
۳-۷-۶-۱	اساس روش.....	۷۱

فصل چهارم: یافته‌ها

۴-۱	نتایج فرآیند انعقاد الکتریکی	۷۷
-----	------------------------------------	----

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۲	بحث و نتیجه‌گیری	۸۵
۵-۳	پیشنهادهای.....	۹۶
	منابع	۹۷

1. Evaluation of the efficiency of decentralized wastewater treatment system (DEWATS). 16th National Conference on Environmental Health of Iran–October 2013; 2013 : Tabriz university of medical sciences.
2. Shokohian, Sedghiani M, Monira, editors. Investigation of wetland performance in wastewater treatment. 7th National Congress of Civil Engineering, Shahid Nikbakht School of Engineering, Zahedan, May 7 and 7, 2013; 2013.
3. Rahimi, Alizadeh, Poor M, Kurd F, Bazrafshan, Idris, et al. Optimal conditions of coagulation and flocculation process with polyaluminum chloride in wastewater treatment of dairy industry. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2016; 23 (1): 48–57
4. Nikonhad, Ahrampush, Ghanian, Taghi M., Qolizadeh, Abdolmajid, et al. Investigating the effect of mixing intensity and process on the efficiency of coagulation and flocculation process and upgrading the effluent of SBR wastewater treatment plant in Yazd. Journal of Water and Wastewater. 2017; 28 (2): 29–36.
5. Elnaz.M, Ebrahimi, F. The function of ferric chloride (FeCl_3) and polyphric sulfate (PFS) coagulants in removing turbidity and organic matter in Ardabil water treatment plant.
6. Shokohi, Ehsani, Azar, Monira. Investigation of removal efficiencies of lead and cadmium metals by calcareous coral granules from aqueous medium. Quarterly Journal of Environmental Science and Technology. 2014; 16 (1): 109–21.
7. Ghodrati, Mousavi, Gholamreza S. Optimization of electrical coagulation process in textile wastewater treatment using response surface methodology. Health and Environment Quarterly. 2014; 7 (2): 239–52.
8. Hashemi, Hossein S., Bagheri. Treatment of old leachate by electric coagulation method (Case study: Kahrizak landfill leachate in Tehran). Journal of Water and Wastewater. 2013; 24 (3): 112–21.
9. Behzad Ra, Khalil, Tehrani M, Noghabi Sh. Investigation of water treatment from gas washing in laver and CO_2 gas pumps of sugar factories using lime milk. Iranian Food Science and Technology Research. 2010; 5.
10. Farzaneh P., Mohammad M., Ferdows Kap. Investigating the possibility of using the effluent of Kerman wastewater treatment plant in agriculture.
11. Maryam A, Hussein Gad, Bit A. Investigation of sugar industry wastewater treatment capability in USBF system.
12. Güven G, Perendeci A, Tanyolaç A. Electrochemical treatment of simulated beet sugar factory wastewater. Chemical Engineering Journal. 2009; 151(1–3): 149–59.
13. Mousavian, Senate, Takdestan, Nisi, Abdul Kazem. Determination of kinetic coefficients in anaerobic treatment process in sugarcane wastewater. Journal of Water and Wastewater. 2015; 26 (2): 62–70.
14. Mahdi A., Massoud T., Ahmad H. Technical and economic comparison of common methods of wastewater treatment in the sugar industry in Iran.

15. Javid, Hassani, Amir Hossam, Goharband. Investigation of quality and quantity of food industry wastewater and its effect on the performance of wastewater treatment system (Case study: Mino-Khorramdareh factory). Quarterly Journal of Environmental Science and Technology. 2015; 17 (1): 37-47.
16. Noghabi, Razavi, Seyed Mohammad Ali, Mousavi, Seyed Mahmoud, Elahi, editors. Effect of pressure and temperature on flux and clogging behavior of nanofiltration of sugar beet pulp press water. Thirty-second annual seminar of Iranian sugar factories; 2010
17. Kavanaugh MC. Modified coagulation for improved removal of trihalomethane precursors. Journal-American Water Works Association. 1978;70(11):613-20.
18. Adin A, Asano T. The role of physical-chemical treatment in wastewater reclamation and reuse. Water Science and Technology. 1998;37(10):79-90.
19. Khamoutian Zaal Atafsar, editor Comparison of coagulant efficiency and assistance of conventional coagulants in the raw water pre-treatment process of Gavoshan dam in Kermanshah. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013: Tabriz university of medical sciences.
20. Sahraei F, Honarvar M, Bahrami ME. The Evaluation of Process Condition on Acrylamide Formation in Sugar Beet Industry Journal of Food Technology and Nutrition. 2020;17(66):5-12.
21. Shikholeslami R. Sugar and optimizing sugar beet quality determination formulas Journal of Sugar Beet. 1997;12(1):72-82.
22. deghannejad m, Shabani Moghadam A. Investigating and Analyzing the Performance of Sugar Factories in Mazandaran Province (1267-1332 AH/ 1850-1914 AD)1. Journal of Historical Researches. 2019;11(4):89-104.
23. Abadi Kaf, Mahvi, Dehghani, Mohammad Hadi. Leachate treatment of Isfahan compost plant using coagulation-flocculation process. Scientific Research Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2015; 23 (4): 20-31.
24. Pourrajab Nena-R, editor Optimization of coagulation and flocculation process in water treatment plants, using the response procedure method (RSM). 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013: Tabriz university of medical sciences.
25. Kavus Da, Ali A., Ali Jah. Application of response surface method in optimizing coagulation and flocculation process for soap water treatment using ferric sulfate and calcium chloride (using response surface method in soap water treatment).
26. Talaat AH, Zahra A, Shirin Map, Marjan Am. Optimization of parameters affecting the efficiency of DAF unit in oil refineries (short research article).
27. Jamali Ha, Naqdali Z, born Mam. Efficiency of hybrid process of electrical coagulation, sedimentation and filtration to remove the required chemical oxygen and turbidity from the effluent of car wash industry: optimization by response surface method. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences (JMUMS). 2019; 29 (174).
28. Cauvin S, Colver PJ, Bon SA. Pickering stabilized miniemulsion polymerization: preparation of clay armored latexes. Macromolecules. 2005;38(19):7887-9.

29. Amin, Safari, Rezaei, Maleki. Evaluation of the efficiency of advanced coagulation process in removing humic acids from water. *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*. 2016; 18 : 157-65.
30. Packham R. The coagulation process. II. effect of pH on the precipitation of aluminium hydroxide. *Journal of Applied Chemistry*. 1962;12(12):564-8.
31. Mohammadi.m. Optimization of industrial water treatment pretreatment operational processes using artificial neural network and genetic algorithm.
32. Nader Sakh, Gholamreza Nab. Evaluating the efficiency of different units of Tehranpars Water Treatment Plant in removing TOC.
33. Manian Zamhes, editor of *Vibrio cholerae* in the effluent of North Isfahan wastewater treatment plant and Shahinshahr wastewater treatment plant. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013 : Tabriz university of medical sciences.
34. Seyed Daraji, Mirsaid, Basmanj A, Fard R, Moghadam, Mohammadi, et al. Synthesis and evaluation of the efficiency of open-cell silver oxide polyurethane sponge nanocomposite in water disinfection. *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*. 2018.
35. Navid Rokh, Kamran A, Ghulam Reza Nab, Akbar A. Prioritization of the country's villages in terms of the need for wastewater treatment system.
36. Nia F, Zadeh F, Heidari, Sadeghi, Hadi, Bakhtiari. Investigating the status of urban wastewater management in Iran. *Journal of Health*. 2011; 2 (3) : 40-7.
37. Rahimi, Mahvi, Mesdaghinia. Process optimization of aeration lagoons of Khoy wastewater treatment in cold weather conditions. *Journal of Water and Wastewater*. 2006; 17 (2) : 70-7.
38. Manesh N, Hoda, Khani A., Bustani, Alborz, Baghestani, et al. Investigation of heavy metal adsorption methods from industrial wastewater using green-blue algae. *Feyz Scientific Research Journal* :: Kashan University of Medical Sciences. 2013; 16 (7) : 767-8.
39. Abadi Nabf, Gorgani A, Shakeri, editors. Effluent management from agricultural activities. Fourth National Conference on Agricultural Waste; 2009
40. Hadi, Shokouhi, Namvar from, Amir Morteza, Karimi, Abad Sa, et al. Antibiotic resistance of bacteria isolated from municipal and hospital wastewater in Hamadan. *Health and Environment Quarterly*. 2011; 4 (1) : 105-14.
41. Hosseini A., Far P., Sima, Mirzanjad, Far P. Investigation of water and wastewater treatment methods in developed countries (Case study of the United States). *Applied chemistry*. 2010; 5 (14) : 75-84.
42. Pazouki, Soodeh, Jafari. Industrial Waste Management (Case Study: Abbas Abad Industrial Town). *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*. 2017; 19 : 475-84.
43. Drissi Mejmenerrokhmabovakovs, editor Quantitative and qualitative evaluation of bioaerosols released from wastewater treatment processes in 4 industrial wastewater treatment plants. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013 : Tabriz university of medical sciences.

44. Borghai M, Noorbakhsh Sam, Mohammad Reza S. Investigation of Industrial Wastewater Treatment of Isfahan Refinery by Method and Teland. *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*. 2002; 4 (4): 15-24.
45. Eliassy S. Evaluation of the efficiency of electrocoagulation peroxidation process in COD removal of the antibiotic azithromycin from wastewater. *Journal of Health in the field*. 2 (2): 11-7.
46. Heidari, Arezoo, Zadeh N, Ramin, Mohammadi, Ali M., et al. Investigation of changes in the amount of extracellular polymers of activated sludge during dewatering with successive ultrasonic-electrocoagulation reactor. *Iranian Journal of Health & Environment*. 2015; 8 (1).
47. Jodi 3 Hazeqsnagh, editor Evaluation of the efficiency of electric coagulation method in decolorization of effluents containing Acid Red1 dye in a discontinuous electrochemical reactor using iron electrodes. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013: Tabriz university of medical sciences.
48. Jafarzade H. Electrochemical treatment of effluent containing a mixture of reactive dyes using a cathode electrode based on carbon nanotubes. *Journal of Water and Wastewater*. 2016; 27 (5): 46-52.
49. Zhian M. Using the ozonation method to purify mineral waters. *Man and the environment*. 2009; 7: 19-33.
50. Rahmani, Sazsh, Godini, Azarian. Efficiency of electro-oxidation process in wastewater treatment of raisin cleaning factories in Malayer city. *Journal of Scientific Researchers*. 2015; 14 (1): 30-8.
51. Bashiri, Mahin, Tamari, Rouhani Gaz. Kinetics and electrooxidation mechanism of mesalazine in the presence of aryl sulfinic acid. *Applied chemistry*. 2019; 14 (51): 177-92.
52. Nikofard, Faridbod, Farnoosh, Ebrahimi, Mehrnaz. Electrooxidation of sulfonamide pharmaceutical derivatives on the substrate of carbon paste electrode modified with reduced cerium oxide-graphene oxide nanocomposite. *Applied chemistry*. 2018; 13 (46): 367-78.
53. Tabibian, Pir Karami. Providing optimal methods for water and wastewater treatment containing sulfur dyes. *Man and the environment*. 2016; 14 (1): 1-16.
54. Rad M., Morteza S., Sirjani A. Investigation of electrocoagulation method to reduce suspended particles in Tickner overflow. *Journal of Mining Engineering*. 2016; 11 (32): 47-57.
55. Marandi 3 Sabmasmar, editor The efficiency of electrocoagulation process using aluminum electrodes in removing hardness from drinking water. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013: Tabriz university of medical sciences.
56. Taherkhani Asmqasamov, editor Investigation of the effect of chitosan coagulant assistance in removing seasonal turbidity using electrocoagulation process with iron electrode. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013: Tabriz university of medical sciences.
57. Clergyman, doorman, treasure hunter. Efficiency of electrocoagulation method in removing heavy metal cadmium in aqueous media. *Journal of Water and Wastewater*. 2012; 23 (2): 86-93.
58. Mollah MY, Morkovsky P, Gomes JA, Kesmez M, Parga J, Cocke DL. Fundamentals, present and future perspectives of electrocoagulation. *Journal of hazardous materials*. 2004; 114(1-3): 199-210.

59. Alvarez-Ayuso E, García-Sánchez A, Querol X. Purification of metal electroplating waste waters using zeolites. *Water research*. 2003;37(20):4855-62.
60. Schlesinger M, Paunovic M. *Modern electroplating*: John Wiley & Sons; 2011.
61. Gupta VK, Mohan D, Sharma S, Park KT. Removal of chromium (VI) from electroplating industry wastewater using bagasse fly ash—a sugar industry waste material. *Environmentalist*. 1998;19(2):129-36.
62. Suksabye P, Thiravetyan P. Cr (VI) adsorption from electroplating plating wastewater by chemically modified coir pith. *Journal of environmental management*. 2012;102:1-8.
63. Patil Y, Paknikar K. Biodegradation of silver-cyanide from electroplating industry wastewater. *Letters in applied microbiology*. 2000;30(1):33-7.
64. Adhoum N, Monser L, Bellakhal N, Belgaied J-E. Treatment of electroplating wastewater containing Cu²⁺, Zn²⁺ and Cr (VI) by electrocoagulation. *Journal of hazardous materials*. 2004;112(3):207-13.
65. Kongsricharoern N, Polprasert C. Electrochemical precipitation of chromium (Cr⁶⁺) from an electroplating wastewater. *Water Science and Technology*. 1995;31(9):109-17.
66. Ardakani S., Soheil, Jafari, Seyed Milad, Ehteshami. Evaluating the efficiency of the electrolysis process in removing chemical oxygen scales and all suspended particles from the effluent of raisin factories. *Quarterly Journal of Environmental Science and Technology*. 2016; 18: 377-86.
67. Akbari Darmbama, editor The effect of electrochemical process on the consumption of coagulants in Tehran water treatment plant. 16th National Conference on Environmental Health of Iran-October 2013; 2013: Tabriz university of medical sciences.
68. Morteza Qaz. Application of aluminum polychloride sulfate in water treatment and its comparison with other coagulants.
69. Un UT, Koparal AS, Ogutveren UB. Electrocoagulation of vegetable oil refinery wastewater using aluminum electrodes. *Journal of Environmental Management*. 2009;90(1):428-33.
70. Tchamango S, Nanseu-Njiki CP, Ngameni E, Hadjiev D, Darchen A. Treatment of dairy effluents by electrocoagulation using aluminium electrodes. *Science of the total environment*. 2010;408(4):947-52.
71. Fan Z, Yan J, Zhi L, Zhang Q, Wei T, Feng J, et al. A three-dimensional carbon nanotube/graphene sandwich and its application as electrode in supercapacitors. *Advanced materials*. 2010;22(33):3723-8.
72. Koby M, Can OT, Bayramoglu M. Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes. *Journal of hazardous materials*. 2003;100(1-3):163-78.
73. Enyo M. Anodic formaldehyde oxidation on Pt, Pd, Au and Pd-Au alloy electrodes in NaOH and Na₂CO₃ solutions. *Journal of applied electrochemistry*. 1985;15(6):907-11.
74. Serov A, Kwak C. Recent achievements in direct ethylene glycol fuel cells (DEGFC). *Applied Catalysis B: Environmental*. 2010;97(1-2):1-12.
75. Lin M-C, Gong M, Lu B, Wu Y, Wang D-Y, Guan M, et al. An ultrafast rechargeable aluminium-ion battery. *Nature*. 2015;520(7547):324.

76. Malpass G, Miwa D, Gomes L, Azevedo E, Vilela W, Fukunaga M, et al. Photo-assisted electrochemical degradation of the commercial herbicide atrazine. *Water Science and Technology*. 2010;62(12):2729-36.
77. Mohammed TJ, Shakir E. Effect of settling time, velocity gradient, and camp number on turbidity removal for oilfield produced water. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2018;27(1):31-6.
78. Sarkar B, Chakrabarti P, Vijaykumar A, Kale V. Wastewater treatment in dairy industries- possibility of reuse. *Desalination*. 2006;195(1):141-52.
79. Nateghi R, Assadi A, Bonyadinejad GR, Safa S. Effectiveness of coagulation process in removing reactive blue 19 dye from textile industry wastewater. *Journal of Color Science and Technology*. 2011;5(1):242-35.
80. Arabshahi-D S, Devi DV, Urooj A. Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. *Food Chemistry*. 2007;100(3):1100-5.
81. Loloei M, Alidadi H, Nekonam G, Kor Y. Study of the coagulation process in wastewater treatment of dairy industries. *International Journal of Environmental Health Engineering*. 2014;3(1):12.
82. Mahvi AH DM, Kiani G, Barani M. Evaluating the Performance of Three Different Coagulants for Treatment of leachate of the Isfahan compost plant, Iran. *J Health Syst Res*. 2012;8(1):146-55.
83. Maleki A, Zazouli MA, Izanloo H, Rezaee R. Composting plant leachate treatment by coagulation-flocculation process. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2009;5(5):638-43.
84. Zazoli MA PA, Movahedian H. Survey of heavy metals in Isfahan landfill leachate and methods of decrease its. *Proceeding of the 3rd National Congress on Environmental Health*; 2000 Nov 16-18; Kerman, Iran; 2000.
85. Bayramoglu M, Kobya M, Can OT, Sozbir M. Operating cost analysis of electrocoagulation of textile dye wastewater. *Separation and Purification Technology*. 2004;37(2):117-25.
86. Bukhari AA. Investigation of the electro-coagulation treatment process for the removal of total suspended solids and turbidity from municipal wastewater. *Bioresource Technology*. 2008;99(5):914-21.
87. Mollah MYA, Schennach R, Parga JR, Cocke DL. Electrocoagulation (EC) — science and applications. *Journal of Hazardous Materials*. 2001;84(1):29-41.
88. Bazrafshan E, Mostafapoor FK, Zazouli M, Eskandari Z, Jahed GR. Study on removal of cadmium from plating baths wastewater by electrochemical precipitation method. *Pakist J Biol Sci*. 2006;9:2107-11.
89. Razavi M, Saeedi M, Jabaari E. Comparison of the cost and efficiency of Aluminum and Iron electrodes application in the removal of phosphate, nitrate, and COD from laundry wastewater using electrocoagulation process. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2013;6(3):265-76.
90. Rahmani A, Samarghandi MR. Electrochemical removal of COD from effluents. *Water and Wastewater*. 2007;18(4):9-15.
91. Dalvand A, Jafari A, Gholami M, Ameri A, Mahmoodi N. Treatment of synthetic wastewater containing Reactive Red 198 by electrocoagulation process. *Iranian Journal of Health and Environment*. 2011;4(1):11-22.
92. Tir M, Moulai-Mostefa N. Optimization of oil removal from oily wastewater by electrocoagulation using response surface method. *Journal of Hazardous Materials*. 2008;158(1):107-15.

93. Akhondi A, Khodadadi Da, Ganjidoust H. The effectiveness of electro coagulation process for the removal of cadmium from water. 2012.
94. El-Ashtoukhya ESZ, Zewail T, N.K.Amina. Removal of heavy metal ions from aqueous solution by electrocoagulation using a horizontal expanded Al-anode. desalination and water treatment. 2010;20:72-9.
95. Faraji H, Naseri S, Amouei A, Mohammadi F, Soheilarezmeh H. Survey Electrocoagulation Process in Removal of Acid Blue 113 Dye from Aqueous Solutions. Journal of Environmental Health Engineering. 2015;2(2):98-107.
96. Xiong Y, Strunk PJ, Xia H, Zhu X, Karlsson HT. Treatment of dye wastewater containing acid orange II using a cell with three-phase three-dimensional electrode. Water research. 2001;35(17):4226-30.



دانشگاه علوم پزشکی کرمان

تحصیلات تکمیلی دانشگاه

بسمه تعالی



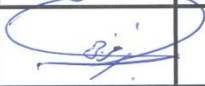


صورتجلسه دفاع از پایان نامه

تاریخ ۱۳۹۹/۰۷/۱۹

شماره ۹۹/۰۷/۱۹

پیوست.....

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی خواشمند است نظر خود را در مورد پایان نامه آقای رمضانعلی جلیله دانشجوی کارشناسی ارشد رشته سم شناسی محیط تحت عنوان " بررسی و مقایسه فرایندهای تصفیه به روش انعقاد شیمیایی و الکتریکی در کاهش بار آلی فاضلاب کارخانه قند (مطالعه موردی کارخانه قند جوبین)" به راهنمایی آقای دکتر محسن مهدی پور اعلام نمائید. در ساعت ۱۱:۳۰ روز چهارشنبه مورخ ۹۹/۰۷/۳۰ با حضور اعضای محترم هیات داوران متشکل از:

سمت	نام و نام خانوادگی	امضا
الف: استاد(ان) راهنما	آقای دکتر محسن مهدی پور	
ب: استاد(ان) مشاور	آقای دکتر مجید هاشمی آقای دکتر هادی محمودی مقدم	
ج: عضو هیات داوران (داخلی)	خانم دکتر مریم فرجی	
د: عضو هیات داوران (خارجی)	آقای دکتر یعقوب پورشجاعی	
ه: نماینده تحصیلات تکمیلی	خانم دکتر هستی دارابی	

تشکیل گردید و ضمن ارزیابی به شرح پیوست با درجه عالی و نمره ۱۹ ثبت گردید. مورد تأیید قرار گرفت.

مهر و امضاء معاون آموزشی



۹۹-۸-۱۷